

Untersuchungen zur Genese des Maulwurfshaufens bei *Talpa europaea* (L.)

Von U. MATTHIAS und G. R. WITTE

Fachbereich Biologie und Chemie der Universität Kassel

Eingang des Ms. 27. 8. 1986

Abstract

*Studies on the formation of the molehill of *Talpa europaea* (L.)*

A male individual of *Talpa europaea* was kept in the laboratory for several weeks in order to study his behaviour when building a molehill. It was seen that the mole brings the loose earth to the surface in numerous walks. He pushes the soil from below under the upper part of the hillock where he had established some caves previously. When the capacity of these caves is used up he creates new room by pressing the soil at the side or above. In this way the molehill is growing by pressure of soil from below under the existing earth-layer.

Einleitung

Talpa europaea ist in Mitteleuropa weit verbreitet und besiedelt nahezu alle terrestrischen Ökosysteme. So finden sich seine Haufen (Erdhügel), als leicht erkennbarer Vorkommens-Nachweis, beispielsweise auf Feuchtwiesen mit hohem Grundwasserstand, auf Trockenrasen, in Laub- und Mischwäldern sowie auf intensiv bewirtschafteten Acker- und Grünlandflächen. Aufgrund seiner subterranean Lebensweise ist er auf das Anlegen eines unterirdischen Gangsystems angewiesen, das aus tunnelartigen Gängen und damit in Verbindung stehenden Wohn- bzw. Nestkesseln besteht. Beim Bau dieser unterirdischen Hohlräume ist es notwendig, den beim Graben anfallenden Abraum – soweit er nicht durch Verpressen in die Gangwände beiseite geschafft werden kann – aus dem Gangsystem zu entfernen und zu den sogenannten Maulwurfshaufen aufzuschichten.

Die äußere Form dieser Haufen ist wohlbekannt. Ihre Größe schwankt beträchtlich. So können kleine Haufen mit einem Durchmesser von etwa 10 cm großen Burgen mit einem Durchmesser von mehr als 1 m und etwa 0,5 m Höhe gegenübergestellt werden. Diese „Riesenhügel“ lassen sich häufig in Feuchtgebieten mit hoch anstehendem Grundwasser finden. Sie sind meist von zahlreichen Gängen durchzogen und enthalten in der Regel ein bis mehrere Nester (vgl. ARMSBY et al. 1966).

Über das Anlegen von Maulwurfshügeln liegen unterschiedliche Vorstellungen vor. Frühere Autoren (z. B. ADAMS 1903) sind davon ausgegangen, daß *Talpa europaea* die beim Graben anfallende Erde mit Kopf und Schultern vor sich herschiebt und dann in Form von schornsteinartigen Erdzylindern hinausdrückt. Spätestens seit HISAW (1923) ist bekannt, daß Maulwürfe die Erde mit einer Vorderhand, ähnlich wie ein Bulldozer, vor sich herschieben. Dabei geht man auch in jüngeren Publikationen (siehe z. B. BUCH 1980) nach wie vor davon aus, daß das wegzuräumende Erdmaterial in großen Portionen und in Form von „Erdschornsteinen“ herausgedrückt und somit von oben auf den Haufen aufgelagert wird. Eigene Beobachtungen haben uns dazu veranlaßt, diesen Bau-Modus zumindest als Regelfall in Zweifel zu ziehen und eine entsprechende experimentelle Untersuchung durchzuführen.

Material und Methode

Ein männlicher Maulwurf wurde im Frühjahr 1986 über einen Zeitraum von 3 Wochen in einer Käfiganlage gehalten, die über eine Schlauchverbindung an einen Erdbehälter von ca. 120 l Fassungsvermögen angeschlossen war (Abb. 1). Der Erdbehälter hatte die Form eines Pyramidenstumpfes. Oben war er mit einem kurzen Rohrstück (Dränageschlauch, 45 mm Innen-Ø) an einen darüber stehenden Tisch angeflanscht. Dieser Tisch war bis zu einer Höhe von 6 cm mit schwarzer Erde (Torfstruktur) bedeckt und mit Gräsern und Wiesenkräutern bepflanzt. Dem in die Anlage eingebrachten Maulwurf stand zum Graben in der ersten Woche gelber Löß im Erdbehälter zur Verfügung. Danach wurde der Löß gegen eine rötliche (eisenhaltige) Erde ausgetauscht. In der dritten Woche wurde brauner Lehm dargeboten. Nach dem Einsetzen des Maulwurfs in die Anlage wurden dessen Aktivitäten beobachtet und die Genese eines Maulwurfshaufens fotografisch festgehalten.

Zur exakten Dokumentation der Bau-Aktivitäten wurde an der Schlauchverbindung zwischen Erdbehälter (Pyramidenstumpf) und Tisch ein Mikrofon mit Tonbandanlage angeschlossen.

Der Maulwurf wurde einmal täglich gefüttert. Über Nacht sowie an Tagen, an denen keine Beobachtungsmöglichkeiten bestanden (Feiertage, Wochenenden), wurde das Tier vom Erdbehälter abgetrennt und hatte dann lediglich seine Kompaktkäfiganlage (WITTE 1981) zur Verfügung. Nach dem Absperren wurde in dem durchwühlten und mit Gängen durchzogenen Erdbehälter Erde nachgefüllt und möglichst stark verdichtet, um hierdurch den Maulwurf zu weiterem Graben und Auswerfen der anfallenden Lockererde zu veranlassen. Nach Abschluß der Beobachtungszeit wurde der entstandene Maulwurfshügel (durch vertikale Schnitte) scheinweisenweise in 5 cm Abständen abgetragen, um Aufschlüsse über seinen inneren Aufbau und die Einschichtung der unterschiedlich gefärbten Erden zu erhalten. Die in Abb. 3 wiedergegebenen Schnitte wurden nach fotografischen Dokumenten gezeichnet.

Ergebnisse

Wird ein Maulwurf mit seiner Käfiganlage an den Erdbehälter angeschlossen, so beantwortet er diese Erweiterung seines Aktionsraumes sofort (bzw. nach Beendigung der gerade stattfindenden Ruheperiode) mit Eindringen in dieses neue Gebiet. Obwohl das Erdreich beim Einfüllen in den Pyramidenstumpf stark verdichtet wurde, hatte der Maulwurf beim Eingraben in den Erdvorrat keinerlei Schwierigkeiten. Durch seitliches Verpressen wurde der erste begehbare Gang geschaffen. Zum weiteren Ausbau des Gangsystems war es dann jedoch nötig, den beim Graben anfallenden Abraum aus dem Gangsystem hinauszuschieben. In derartiger Weise agierte unser Versuchsmaulwurf erstmals nach zweitägigem Aufenthalt im Erdbehälter. Dabei war zu beobachten, daß er nach dem Passieren des kurzen Schlauchstutzens, der zur Erdoberfläche führte, zunächst äußerst vorsichtig das aufliegende Bodenmaterial mit Kopf und Rückenpartie über dem Zugang mehrfach anhub bzw. lockerte und gleichzeitig durch intensives Schnüffeln über mehrere Minuten das Umfeld erkundete. Bei dieser Aktion unternahm der Maulwurf mehrere kurze Ausflüge (bis zu einer Länge von 20 cm) in die seitliche Umgebung. Hierbei blieb er jedoch vollkommen unter einer dünnen schützenden Bodenschicht dem Blick verborgen. Auch der Zugang seines Gangsystems wurde niemals bis zur Oberfläche freigelegt.

Nach diesem Erkundungsgang verschwand der Maulwurf in dem Erdbehälter, begann zu graben und transportierte wenige Minuten später erstmals Erde aus der Tiefe heraus. Die ersten Erdaushübe wurden direkt am Zugang unter die Torfschicht gedrückt, die sich hierdurch deutlich aufwölbte. Danach kam der Maulwurf erneut nach oben, verteilte den Abraum durch seitliches Eindringen in den entstehenden Hügel und schuf so Raum für weiteres Erdmaterial. Anschließend verschwand er wieder nach unten und transportierte in kurzen Abständen mehrfach Erde zum Haufen, bis dessen Lagerkapazitäten erschöpft waren. Hierauf folgten wiederum Arbeiten am Hügel, die durch seitliches und nach oben gerichtetes Einpressen der herangebrachten Erde Platz für weiteren Abraum schufen. Zu Anfang benötigte der Maulwurf jeweils etwa 1 bis 2 Minuten, um Raum („Kavernen“) für etwa 5 bis 10 Erdaushübe anzulegen. Im weiteren Verlauf, mit größer werdendem Haufen verlängerten sich die Zeiten für das Anlegen solcher Erdlagerplätze auf bis zu 5 Minuten.

Danach konnten in den Kavernen bis zu 20 Erdaushübe untergebracht werden. Das Anlegen von Lagerkapazitäten im Hügelinneren war in aller Regel mit einem Erkunden der näheren Umgebung verbunden. Erkennbar wurde dies am intensiven Schnüffeln und an gelegentlichen kurzfristigen Ausflügen in oberflächennahe Tunnelgänge (vgl. WITTE 1985).

Bei den Bauarbeiten am Maulwurfshaufen wurde deutlich, daß das von uns beobachtete Tier das herausgeschaffte Erdmaterial stets nur unter bereits bestehende Erdschichten drückte und hierdurch zur Vergrößerung des Haufens beitrug. Es kam so zu der von außen beobachtbaren Aufwölbung der zu Anfang ebenen schwarzen Bodenoberfläche. Durch weiteres von unten her erfolgtes Hineinpressen von Erde riß der dunkle Torfboden auf, und die zum Graben zunächst angebotene gelbe Erde wurde sichtbar. Mit weiterer Bautätigkeit nahm das Volumen des gelben Erdaushubes von unten heraus zu und fiel schließlich über die Ränder der zur Seite abgedrängten Torfschicht. Nach dem Auswechseln des gelben Löß gegen die rote Erde war trotz intensiver Bautätigkeit zunächst lediglich ein Anwachsen der Haufengröße zu beobachten. Erst nach einer weiteren und beträchtlichen Oberflächenvergrößerung kam es schließlich zum Aufbrechen der gelben Erdschicht und zum Austreten von roter Erde. Auch beim letzten Erdwechsel (Austausch der roten gegen braune Erde) trat trotz intensiver Bauaktivitäten zunächst keine braune Erde an der Oberfläche zu Tage. Erst kurz vor Abschluß der Untersuchung, nachdem der Hügel bereits beträchtlich angewachsen war, wurde lediglich an einer Stelle eine geringe Menge des braunen Materials sichtbar.

Innerhalb der drei Wochen, die der Maulwurf zum Haufenbau zur Verfügung hatte, erreichte der Hügel bei einer Höhe von etwa 20 cm einen Durchmesser von ca. 50 cm. Das

Tabelle

Aktivitäten des Maulwurfs beim Haufenbau

Datum	Aktivität
<i>gelbe Erde</i>	
24. 4.	Durchwühlen des Erdbehälters, ohne Erdauswurf
25. 4.	Durchwühlen des Erdbehälters, ohne Erdauswurf
28. 4.	Durchwühlen des Erdbehälters, Erkunden der oberen Bodenschicht und erstmaliges Ausbringen von Erdmaterial (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 98 in 140 min)
29. 4.	Fortsetzung des Haufenbaus (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 85 in 90 min)
30. 4.	Durchwühlen des Erdbehälters, ohne Erdauswurf
2. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf
<i>rote Erde</i>	
12. 5.	Durchwühlen des Erdbehälters, ohne Erdauswurf
13. 5.	Erneute Aktivitäten beim Haufenbau (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 86 in 115 min)
14. 5.	Fortsetzung des Haufenbaus (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 68 in 105 min)
15. 5.	Durchwühlen des Erdbehälters, ohne Erdauswurf
16. 5.	Weiterer Bau am Haufen (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 52 in 90 min)
19. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf
20. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf
<i>braune Erde</i>	
21. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf
22. 5.	Erneute Aktivitäten beim Haufenbau (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 44 in 45 min)
23. 5.	Fortsetzung des Haufenbaus (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 36 in 20 min)
26. 5.	Fortsetzung des Haufenbaus (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 64 in 100 min)
27. 5.	Fortsetzung des Haufenbaus (Zahl und Dauer der Erdtransporte: 85 in 120 min)
28. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf
30. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf
31. 5.	inaktiv, kein Erdauswurf

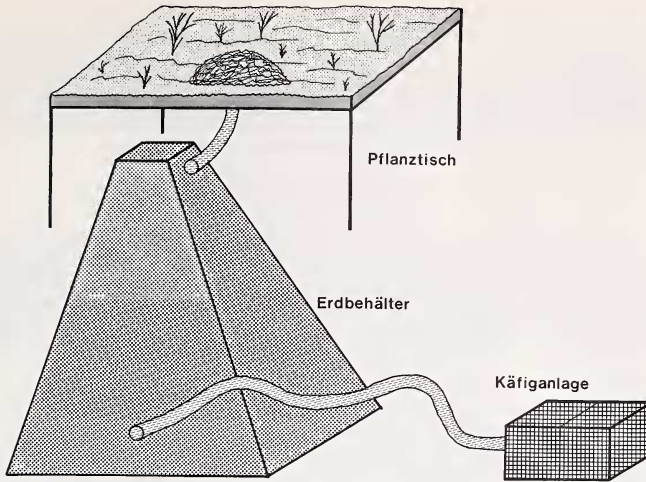


Abb. 1. Aufbau der Versuchsanlage

verbaute Erdvolumen betrug ca. 15 l. Zum Erreichen dieser Haufengröße benötigte der Maulwurf insgesamt 13 Stunden und 45 Minuten. Die „Arbeitszeiten“ waren auf 9 Tage verteilt; die einzelnen Grab-Aktivitätsschübe waren zwischen 20 und 140 min lang (Tab.). Hügelbau-Aktivitäten wurden in dem hier beschriebenen Beispiel jeweils lediglich einmal täglich festgestellt. Die restliche Zeit verteilte sich im wesentlichen auf Nahrungsaufnahme und Ruheperioden (vgl. BUSCHINGER und WITTE 1976; WITTE 1981).

Während der gesamten 3wöchigen Hügelgenese wurden insgesamt 628 Erdtransporte gezählt. Das Volumen eines einzelnen Transportganges muß dabei etwa 1–2 Eßlöffeln entsprechen, um ein Erdvolumen von 15 l zu erreichen.

Bei dem schichtweisen Abtragen des fertigen Maulwurfshaufens wurde deutlich, daß *Talpa* innerhalb des Erdhügels mehrere zu den Seiten hin orientierte Gänge angelegt hatte (Abb. 2). Während der Bauphasen sind diese Gänge sicherlich mehrfach verlagert, zum Anlegen von Kavernen und zum Einpressen von Abraummaterial benutzt worden. Die Vertikal-Schnitte des Hügels ließen erkennen, daß der Maulwurf aus der Tiefe hochtransportierte Lockererde in der Regel von unten in den Haufen einschichtet. Besonders deutlich wird dies beispielsweise beim 5. Anschnitt der Abb. 3. Dort ist zu erkennen, daß der gelbe Löß des ersten Erdangebotes zunächst von roter (zweites Erdangebot) und später von der braunen Erde (drittes Erdangebot) immer weiter nach oben geschoben wurde. Für die Unterbringung von Abraum scheint die Anlage eines Gangsystems ab einer bestimmten Haufengröße unvermeidlich zu sein.

Jedoch dienen diese Gänge sicherlich auch zur Erkundung der näheren Umgebung, vielleicht auch zur besseren Ventilation und im vorliegenden Fall sogar dem Einbringen von Nestmaterial: Während der Untersuchungszeit war mehrfach zu beobachten, daß unser Tier, ohne sich selbst an der Oberfläche zu zeigen, am Rande des Haufens trockene Grashalme an den Wurzeln abriß und in den Erdbehälter eintrug. Nach dem Öffnen der Erdpyramide zu Versuchsabschluß konnten wir dort ein frisches, voll ausgebautes Maulwurfsnest vorfinden (Abb. 4).

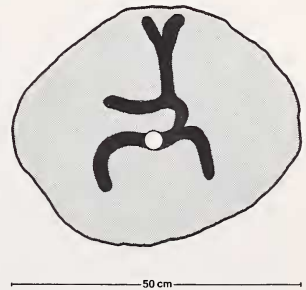


Abb. 2. Gangsystem im Maulwurfshaufen (in der Mitte der kreisrunde Zugang von unten)

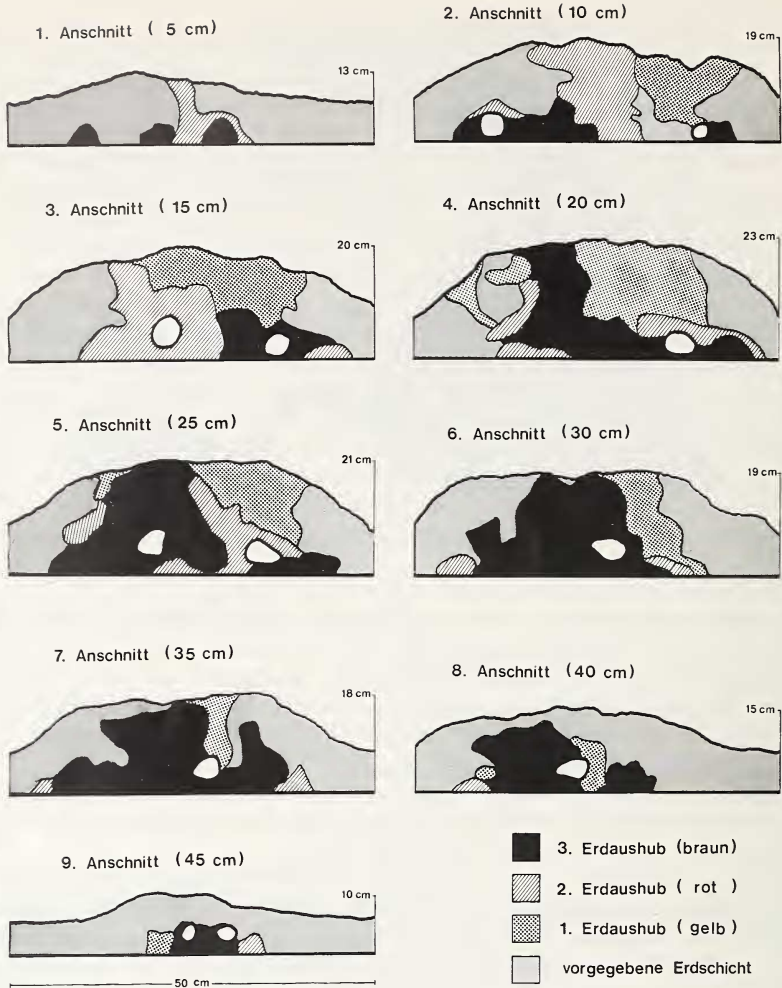


Abb. 3. Anschnittprofile des Maulwurfshaufens in Abständen von 5 cm. Die geschwärtzten bzw. gerasterten Flächen entsprechen den vorgefundenen Erdschichten. Weiß gebliebene Flächen im Haufen geben die Anschnitte des Gangsystems wieder (vgl. Abb. 2)

Diskussion

Entgegen anderslautenden Beschreibungen in der Literatur wurde bei unseren Beobachtungen unter Laborbedingungen festgestellt, daß *Talpa europaea* den beim Graben anfallenden Abraum immer nur in kleinen Portionen (20–30 ml) nach oben brachte und im unteren Bereich des Hügels in vorher geschaffenen Kavernen einlagert. MELLANBY (1971) wie auch GODFREY und CROWCROFT (1960) erläutern in ihren Monographien dagegen, daß Maulwürfe die Erde in großen Portionen („Erdschornsteine“) durch ihr Gangsystem und schließlich auch durch den Haufen bis in das Freie drücken.

Beide berufen sich auf SKOCZEŃ (1958), der sehr detailliert beschreibt, zu welchen Leistungen Maulwürfe fähig sind. So wurde von ihm ein Maulwurf beobachtet, der innerhalb von 20 min 6 kg Erde ausgeworfen hatte. In nassen, nicht-sandigen Gebieten



Abb. 4. Maulwurfsnest in dem geöffneten Erdbehälter

wurden von ihm Erdschornsteine gesehen, die den Haufen um 10–15 cm überragten und einen Durchmesser von 5–6 cm aufwiesen. SKOCZEŃ schätzt die Gesamtlänge der durch den Gang gedrückten „Schornsteine“ auf insgesamt 40 cm und ein Gewicht von 800 g, das der Maulwurf mit einer Hand vor sich herschiebt. Dies entspricht in etwa dem 10–12fachen seines Eigengewichtes. Berücksichtigt man ferner noch, daß beim Schieben des Erdreichs durch den Gang starke Reibungswiderstände auftreten, wird deutlich, zu welchen enormen Kraftleistungen Maulwürfe fähig sind. Es ist aber nicht anzunehmen, daß *Talpa* sein Leistungspotential unter Normalbedingungen immer voll ausschöpft. Leider finden sich bei SKOCZEŃ neben der Nennung von Leistungsmaxima keine Angaben über durchschnittliche Verhaltensnormen beim Haufenbau. Wir vermuten aufgrund des hier geschilderten Experimentes und aufgrund zahlreicher, mehrjähriger Beobachtungen im Freiland und im Labor (vgl. WITTE 1985), daß der Haufenbau in der Regel in zahlreichen Transportschritten mit jeweils entsprechend niedrigen Transportvolumina stattfindet. Die Bildung großer Erdschornsteine ist sicherlich als Sonderfall anzusehen und vom Bodenzustand wie auch vom individuellen Verhalten des Maulwurfs abhängig.

Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von mehreren Wochen wurde ein männlicher Maulwurf im Labor gehalten und beim Bau eines Maulwurfshaufens beobachtet. Es wurde festgestellt, daß *Talpa europaea* die wegzuräumende Erde mit zahlreichen Transportgängen nach oben schafft und unter dem Haufen in vorher geschaffenen Erdsammelplätzen einlagert. Sind die bestehenden Lagerkapazitäten erschöpft, werden durch seitliches und nach oben gerichtetes Verpressen neue Ablageräume geschaffen. Der Maulwurfshaufen gewinnt somit durch Einpressen und Unterschichten des Abraums von unten heraus an Größe. Das von anderen Autoren beschriebene Herauspressen größerer Erdportionen über die Haufenoberfläche hinaus ist nicht als Regelfall anzusehen.

Literatur

- ADAMS, L. E. (1903): Contribution to our knowledge of the mole (*Talpa europaea* L.). Proc. Manch. Lit. Phil. Soc. 47, 1–39.
- ARMSBY, A.; QUILLIAM, T. A.; SOEHNLE, H. (1966): Some observations on the ecology of the mole. J. Zool. (Lond.) 149, 110–111.
- BUCH, J. (1980): Muldvarpen. Kopenhagen: Rhodos.
- BUSCHINGER, A.; WITTE, G. R. (1976): Untersuchungen zur Periodik der lokomotorischen Aktivität des europäischen Maulwurfs (*Talpa europaea* L.) unter natürlichen Bedingungen. Bonn Zool. Beitr. 27, 7–20.
- GODFREY, G.; CROWCROFT, P. (1960): The life of the mole. London: Museum Press.
- HISAW, F. L. (1923): Observations on the burrowing habits of moles (*Scalopus aquaticus machrinoides*). J. Mammalogy 4, 79–88.
- MELLANBY, K. (1971): The mole. London: Collins.
- SKOCZEŇ, S. (1958): Tunnel diggin by the mole (*Talpa europaea* Linne). Acta theriol. 2, 235–249.
- WITTE, G. R. (1981): Erfahrungen mit der Käfighaltung von Maulwürfen (*Talpa europaea* L.). Zool. Garten (N. F.) 51, 193–215.
- WITTE, G. R. (1985): *Talpa europaea* (Talpidae) – Graben und Erdtransport. Encyclopaedia Cinematographica, Biol. 17/17, 3–19.

Anschrift der Verfasser: Dr. UWE MATTHIAS und Prof. Dr. GÜNTER R. WITTE, Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Kassel, Heinrich-Plett-Str. 40, D-3500 Kassel

Resynchronisationsverhalten der circadianen Aktivitätsperiodik von Galagos (*Galago senegalensis*, *Galago crassicaudatus garnettii*)¹

Von F. SCHANZ und H. G. ERKERT

Institut für Biologie III der Universität Tübingen, Tübingen, FRG

Eingang des Ms. 27. 7. 1986

Abstract

Re-entrainment of circadian activity rhythms in galagos (Galago senegalensis, Galago crassicaudatus garnettii)

Studied was the re-entrainment behaviour of the circadian activity rhythm in the nocturnal Prosimian species *Galago senegalensis* and *Galago crassicaudatus garnettii* after sudden 8-hrs advance and delay shifts of an entraining LD-cycle of 12:12 and 8:16 hrs (56:0,07 lx). In both species a distinct asymmetry effect occurred. *G. senegalensis* re-entrained more rapidly after a delay shift than after an advance shift of the LD-Zeitgeber, whereas *G. crassicaudatus* responded in the opposite way. As in

¹ Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (ER 59/10).